



**DECSAI**

**Departamento de Ciencias de la Computación e I.A.**

Universidad de Granada



# Acceso al medio

## Transmisión de datos y redes de ordenadores

# Acceso al medio



## Técnicas de acceso al medio

- División estática del canal:
  - Multiplexación
- División dinámica del canal:
  - Técnicas de contención
  - Protocolos libres de colisión

## Ejemplos

## Control del enlace de datos

- Delimitación de las tramas
- Detección y corrección de errores
- Control de flujo
- Control de errores
- Protocolos estándar

## Apéndice: Interfaces



# Técnicas de acceso al medio



## División estática del canal

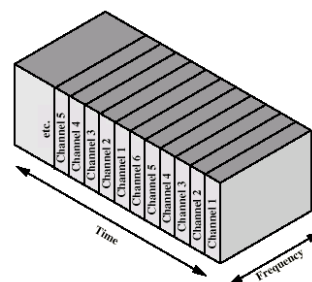
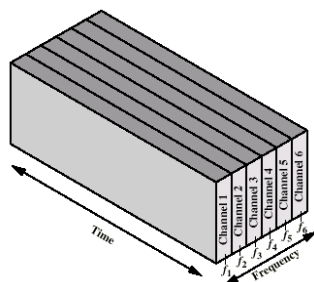
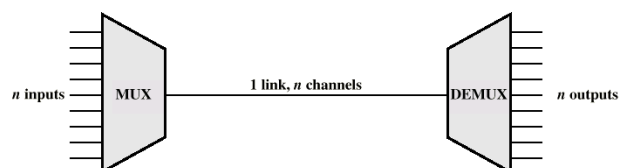
- Técnicas de multiplexación

## División dinámica del canal

- Técnicas de contención
- Protocolos libres de colisión



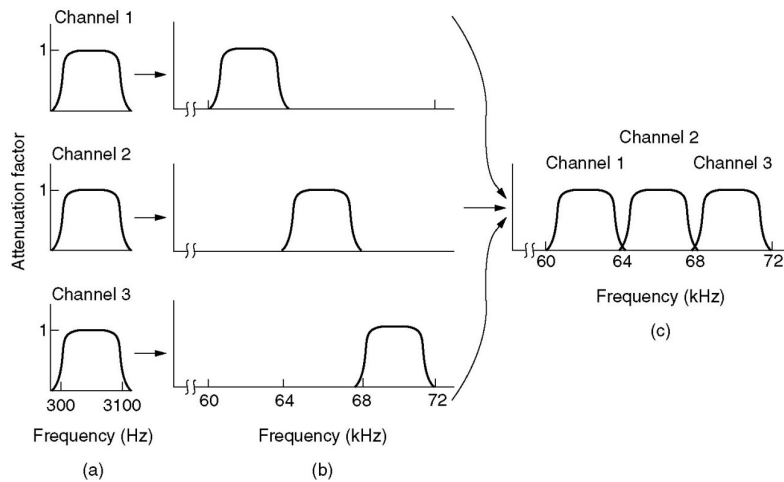
# Multiplexación



# Multiplexación



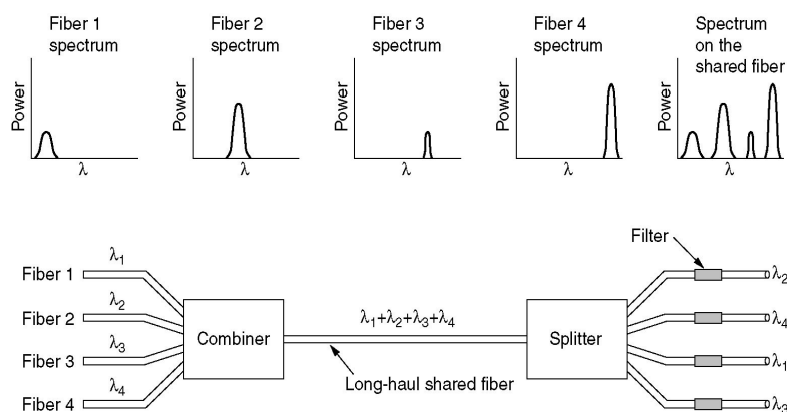
## Multiplexación por división en frecuencia FDM [Frequency Division Multiplexing]



# Multiplexación



## Multiplexación por división en frecuencia WDM [Wavelength Division Multiplexing]

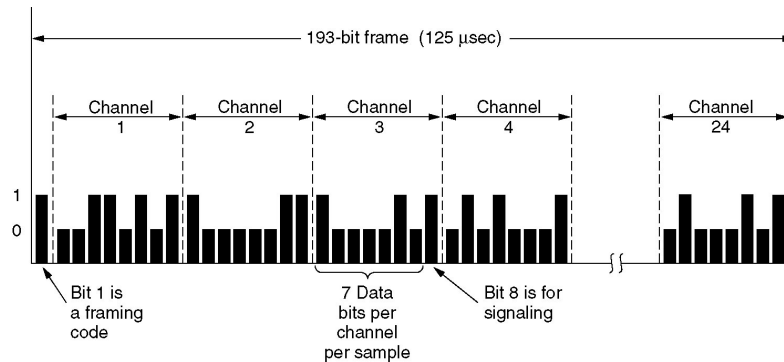


# Multiplexación



## Multiplexación por división en el tiempo

TDM [Time Division Multiplexing]



Portadora T1 (1.544 Mbps)

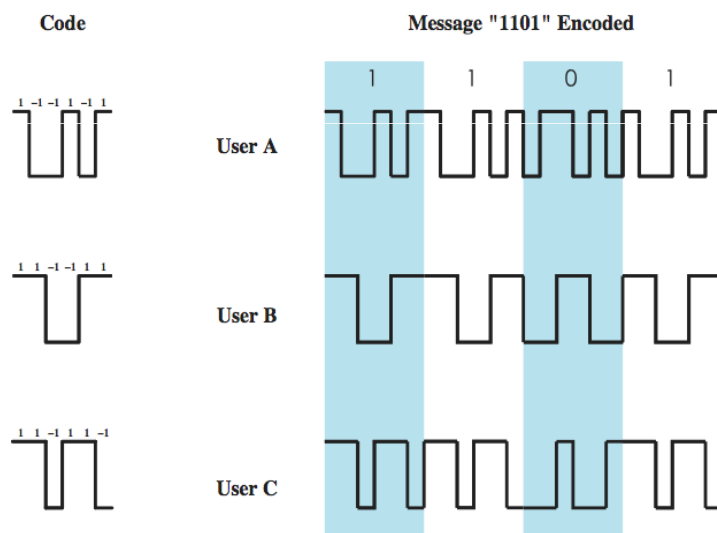


# Multiplexación

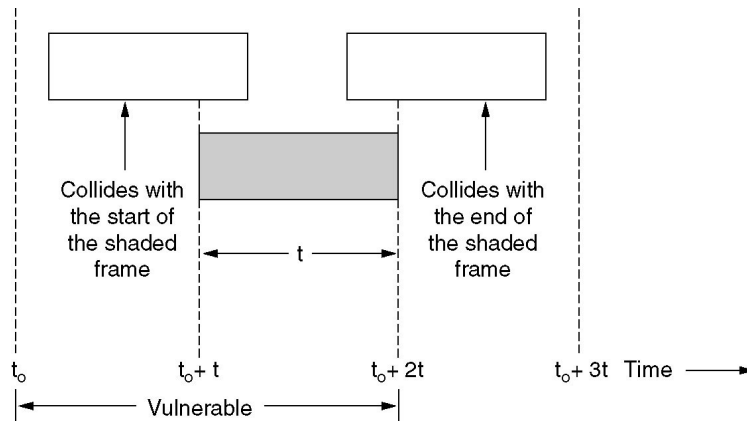


## Multiplexación por división de código

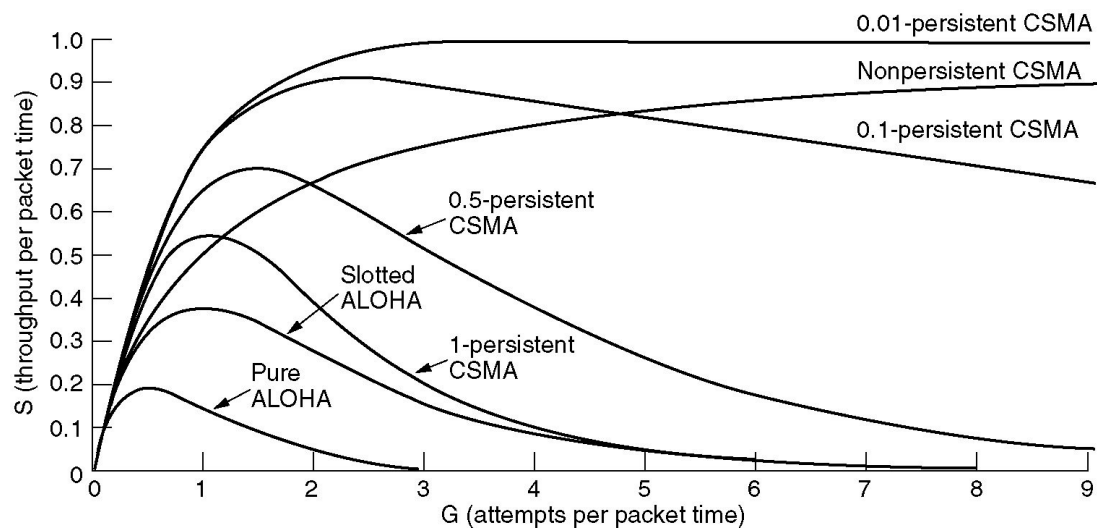
CDMA [Code Division Multiple Access], p.ej. UMTS



# Técnicas de contención



# Técnicas de contención

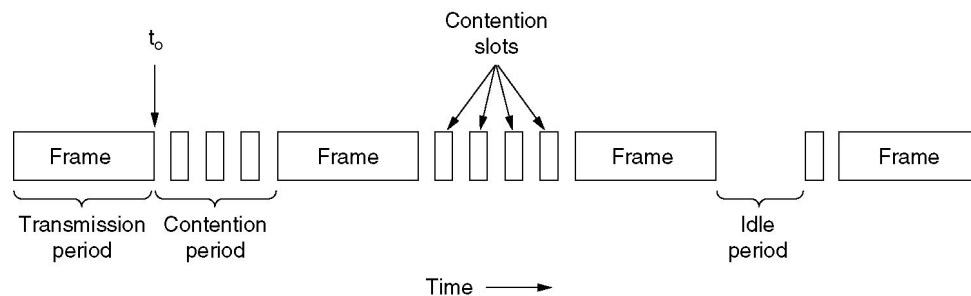


# Técnicas de contención



- ALOHA (Universidad de Hawaii)
- CSMA [Carrier Sense Multiple Access]
- CSMA/CD [CSMA with Collision Detection]

p.ej. Ethernet

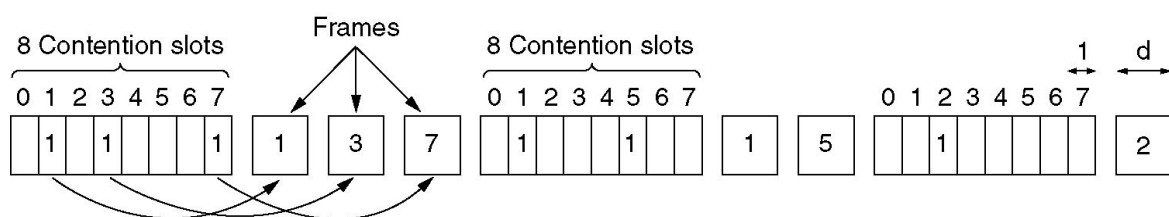


# Protocolos libres de colisión



- Eficiencia óptima cuando la carga es alta.
- Cuando la carga es baja, se desaprovecha la capacidad del canal

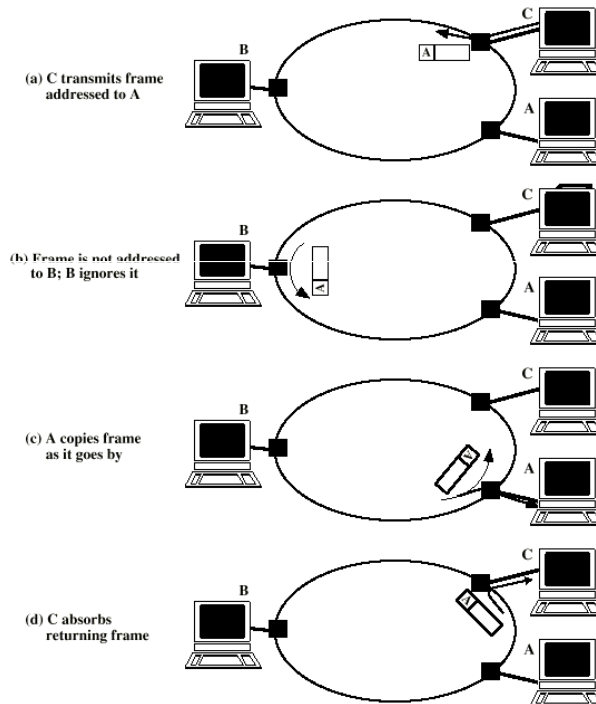
## Mapeo de bits



# Protocolos libres de colisión



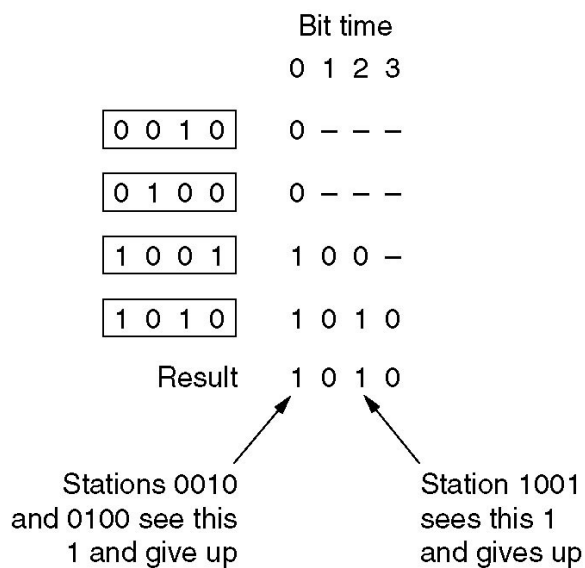
## Paso de testigo



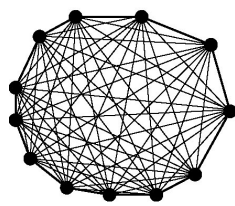
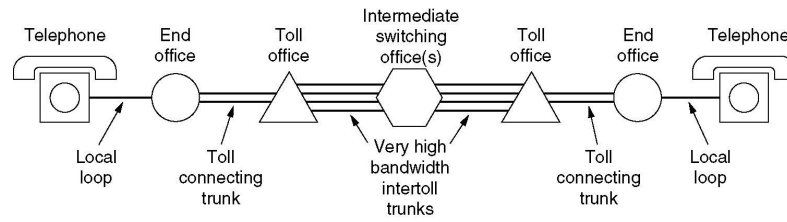
# Protocolos libres de colisión



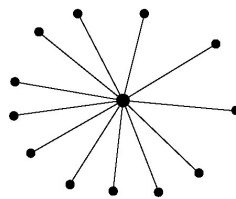
## Cuenta binaria



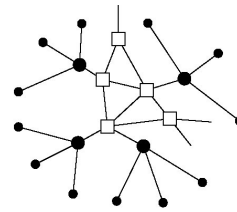
# Ejemplos: Red telefónica



Red completa



Red centralizada



Red con dos niveles

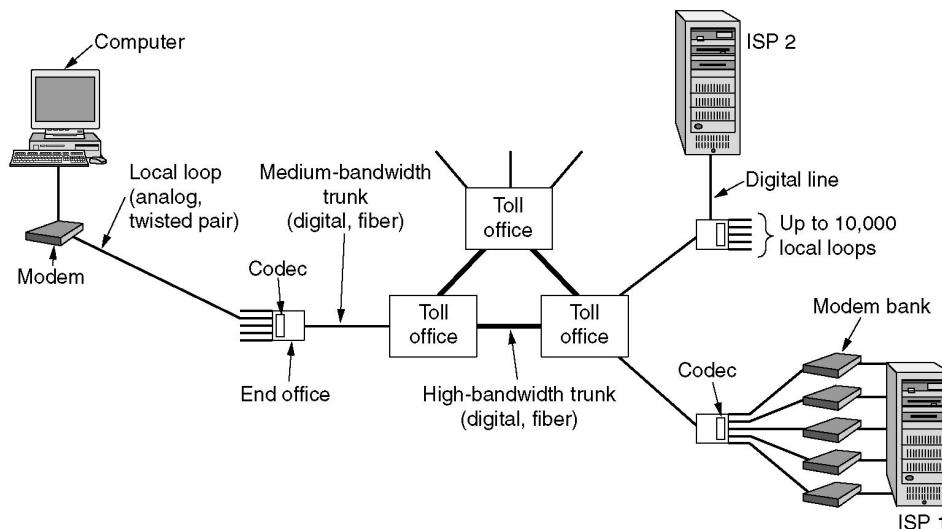


# Ejemplos: Red telefónica



## BUCLE LOCAL

Modems (transmisión analógica) y líneas digitales (transmisión digital)

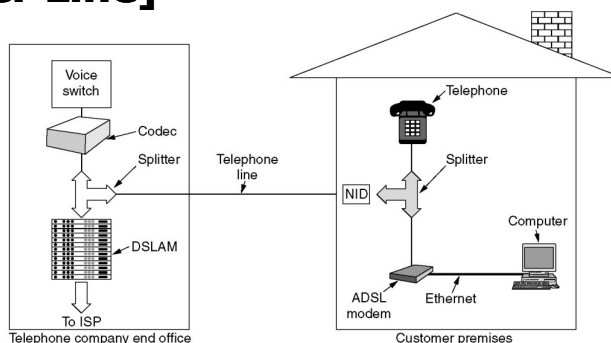




# Ejemplos: Red telefónica



## DSL [Digital Subscriber Line]



Línea ADSL [Asymmetric DSL]



# Ejemplos: Red telefónica



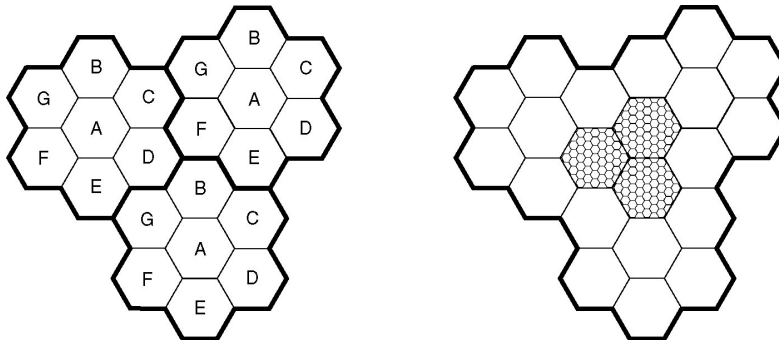
- **ADSL** [Asymmetric DSL]
- **VDSL** [Very high bit-rate DSL]

Estándar	Nombre común	Velocidad de bajada máxima	Velocidad de subida máxima
ANSI T1.413-1998 Issue 2	<b>ADSL</b>	8 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.1	<b>ADSL (G.DMT)</b>	12 Mbit/s	1.3 Mbit/s
ITU G.992.1 Annex A	<b>ADSL over POTS</b>	12 Mbit/s	1.3 Mbit/s
ITU G.992.1 Annex B	<b>ADSL over ISDN</b>	12 Mbit/s	1.8 Mbit/s
ITU G.992.2	<b>ADSL Lite (G.Lite)</b>	1.5 Mbit/s	0.5 Mbit/s
ITU G.992.3	<b>ADSL2</b>	12 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.3 Annex J	<b>ADSL2</b>	12 Mbit/s	3.5 Mbit/s
ITU G.992.3 Annex L	<b>RE-ADSL2</b>	5 Mbit/s	0.8 Mbit/s
ITU G.992.4	<b>splitterless ADSL2</b>	1.5 Mbit/s	0.5 Mbit/s
ITU G.992.5	<b>ADSL2+</b>	24 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.5 Annex M	<b>ADSL2+M</b>	24 Mbit/s	3.5 Mbit/s
ITU G.993.1	<b>VDSL</b>	52 Mbit/s	12 Mbit/s
		26 Mbit/s	26 Mbit/s
ITU G.993.2	<b>VDSL2</b>	100 Mbit/s	100 Mbit/s





## Redes celulares



- Las frecuencias no se reutilizan en celdas adyacentes.
- Para dar servicio a más usuarios, se utilizan celdas de menor tamaño.



## Evolución histórica

- 0G Radio analógica AM/FM (años 40)
- 1G Primeros teléfonos móviles: FM (años 80)
  - **TACS** [Total Access Communication System], p.ej. MovilLine
- 2G Transmisión digital de voz (años 90)
  - **GSM** [Global System for Mobile Communications]
- 2.5G Nuevos servicios, p.j. MMS
  - **GPRS** [General Packet Radio Service]
  - **EDGE** [Enhanced Data rates for GSM Evolution]
- 3G Transmisión digital de voz y datos
  - **UMTS** [Universal Mobile Telecommunications System]



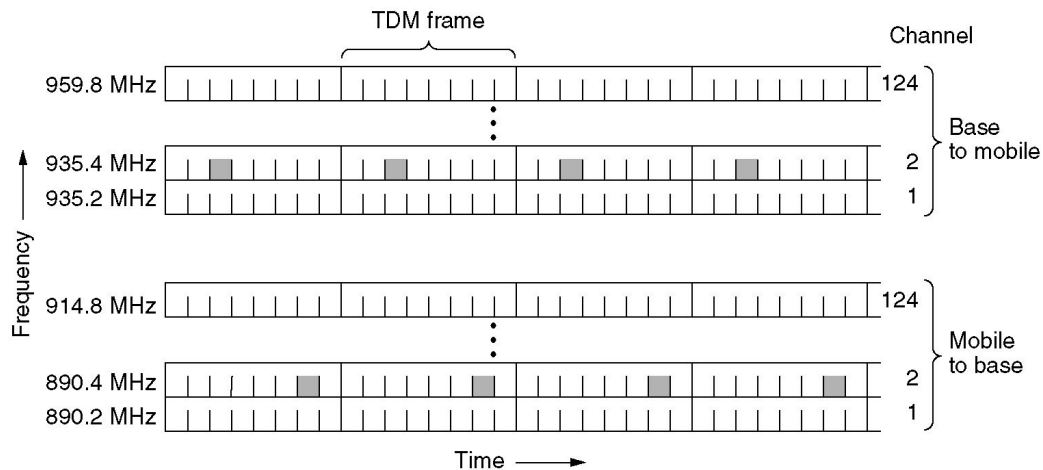
# Ejemplos: Telefonía móvil



**1983**

## GSM [Global System for Mobile Communications]

FDM + TDM: 124 canales de frecuencia, cada uno con 8 slots.



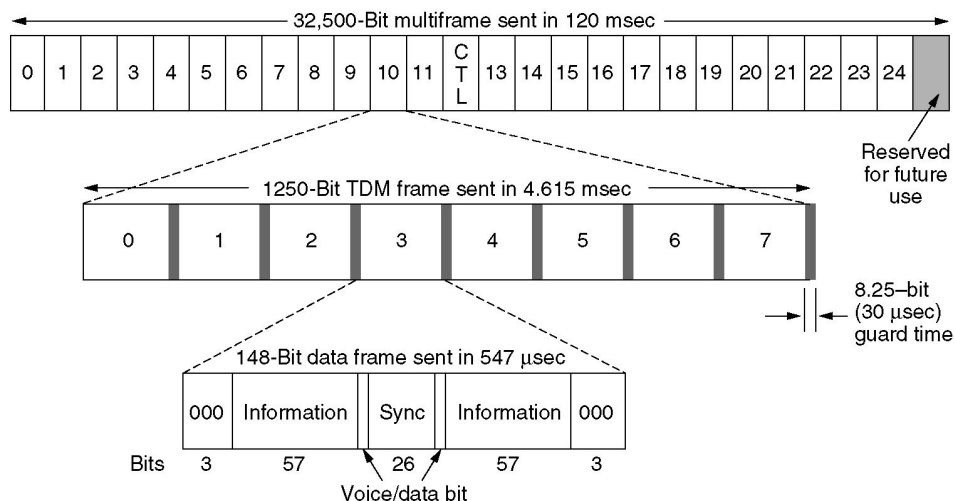
# Ejemplos: Telefonía móvil



**1983**

## GSM [Global System for Mobile Communications]

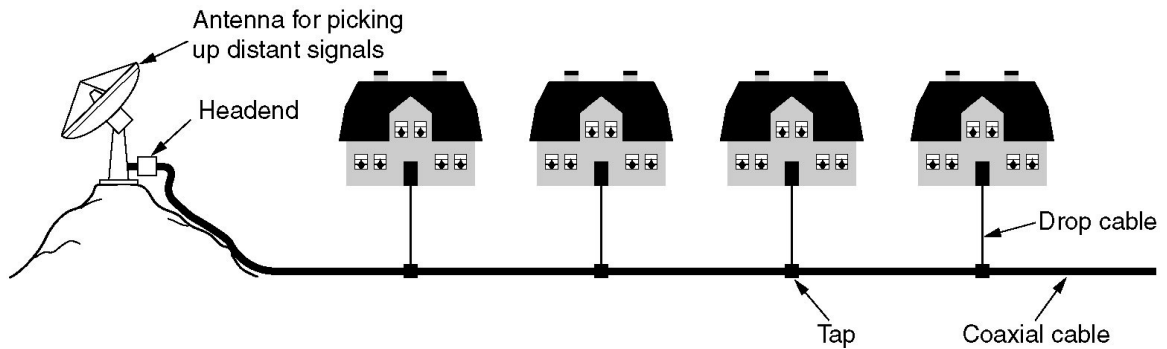
FDM + TDM: 124 canales de frecuencia, cada uno con 8 slots.



# Ejemplos: Televisión



## Antena comunitaria

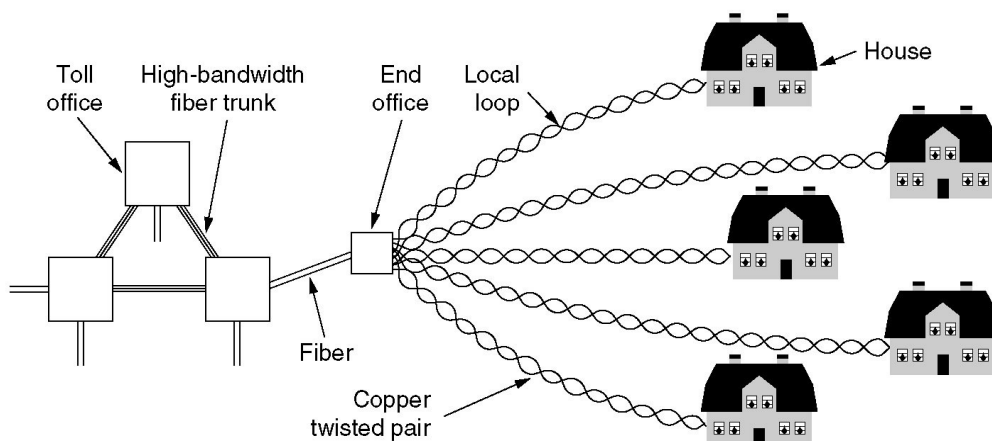


# Ejemplos: Televisión



## Vía ADSL, p.ej. Imagenio

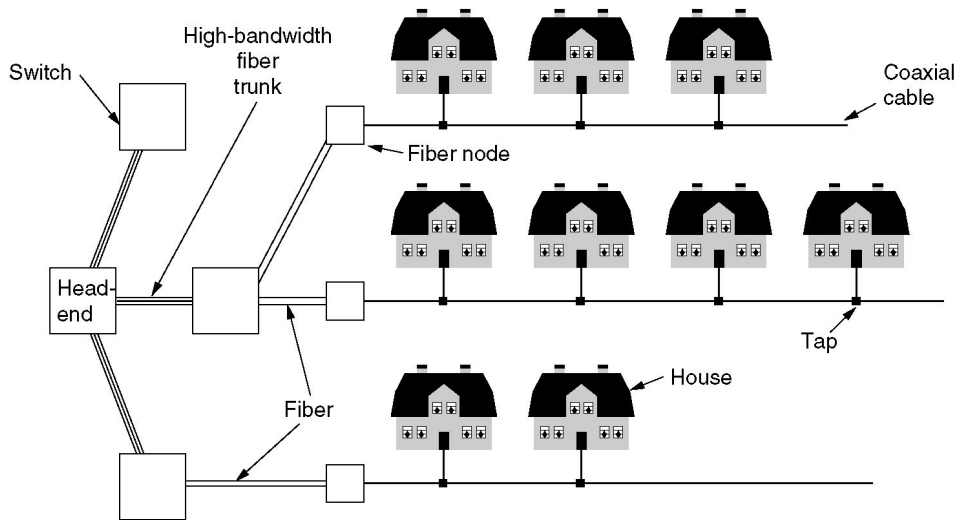
Acceso a Internet usando la red telefónica



# Ejemplos: Televisión



## Televisión por cable

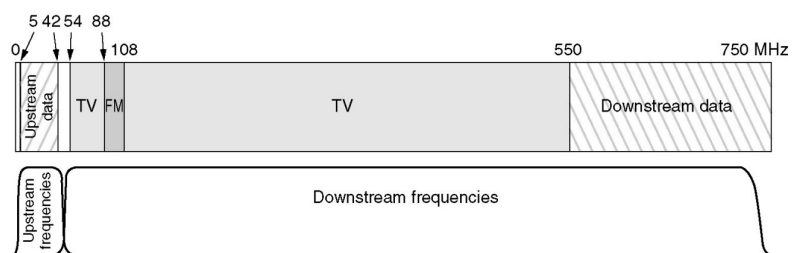


# Ejemplos: Televisión

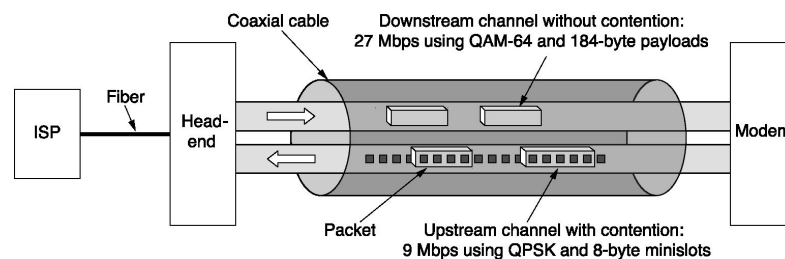


## Televisión por cable

Uso de frecuencias



Cable Modem



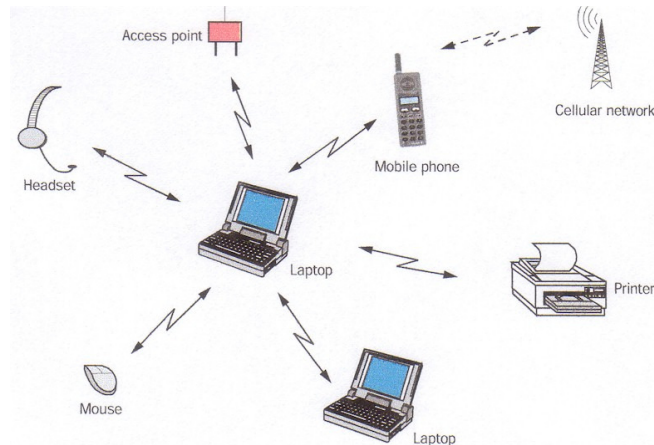
# Ejemplos: Bluetooth



## Origen

1994 Ericsson → Enlace de radio de corto alcance (MC link)

1998 SIG: Ericsson, Nokia, IBM, Toshiba e Intel



## Objetivo

Facilitar las comunicaciones entre equipos (fijos y móviles) eliminando cables y conectores entre éstos.



# Ejemplos: Bluetooth

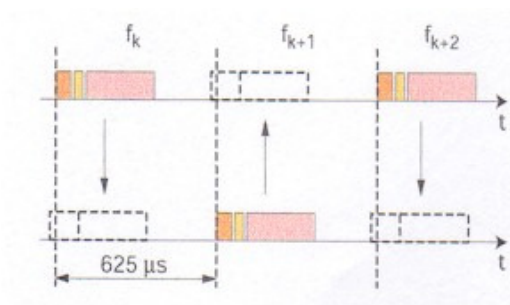


## Requisitos:

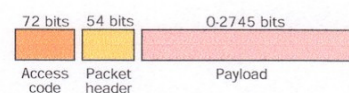
Operación global y consumo limitado de energía (baterías)

## Solución:

- Banda ISM (Industrial, Scientific & Medical), 2.45GHz.
- FH/TDD (Frequency-hop/Time-division duplex).



Salto en frecuencia



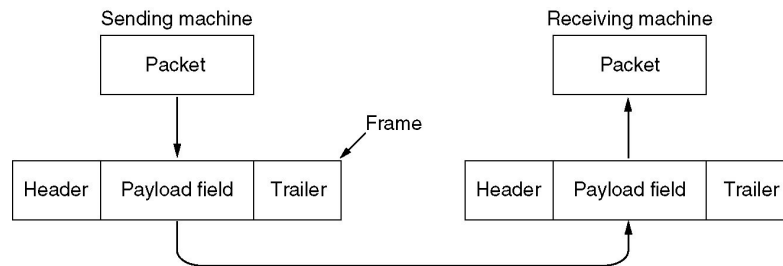
Paquetes Bluetooth



# Control del enlace de datos



## La capa de enlace de datos



### Funciones

- Control de flujo
- Detección y control de errores
- Delimitación de las tramas

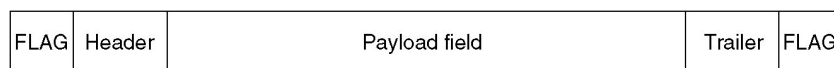


# Control del enlace de datos

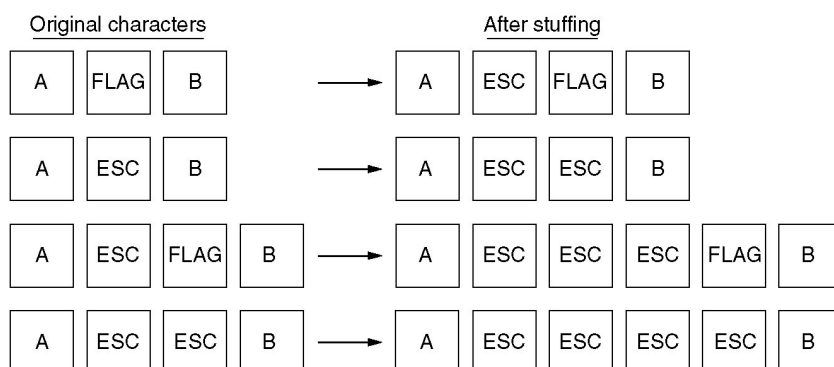


## La capa de enlace de datos

### Delimitación de las tramas



(a)



(b)



# Control del enlace de datos



## La capa de enlace de datos

### Detección y corrección de errores

#### Detección de errores

- **Bits de paridad:** El valor del bit de paridad es tal que cada carácter transmitido tiene un número par/impar de unos (no detecta un número par de errores).
- **CRC [Cyclic Redundancy Check]:** Dado un bloque de  $k$  bits, el transmisor genera  $n$  bits de tal forma que la secuencia de  $k+n$  bits es divisible por un número dado. vg: CRC-16, CRC-32, CRC-CCITT...

#### Corrección de errores

- **Códigos Hamming**

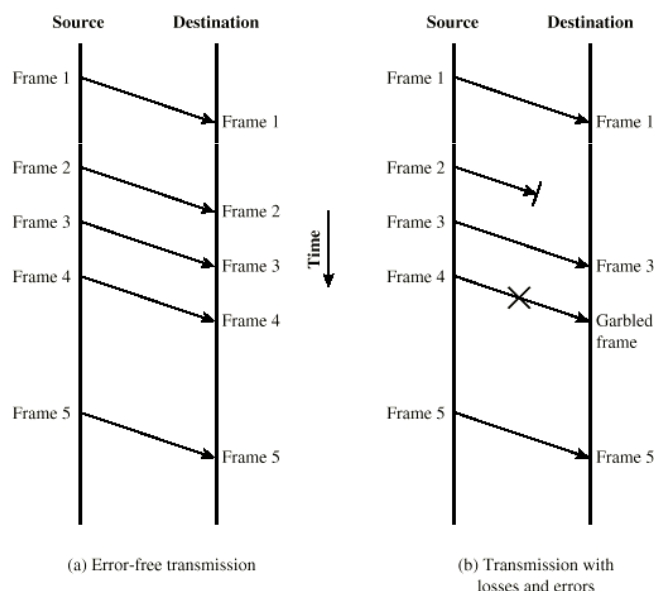


# Control del enlace de datos



## La capa de enlace de datos

### Control de flujo



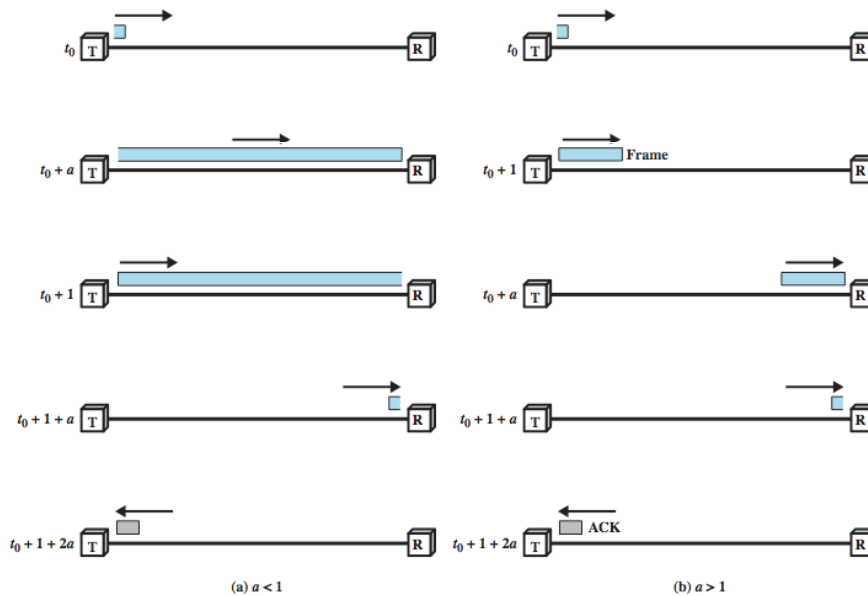


# Control del enlace de datos



## La capa de enlace de datos

Control de flujo mediante parada y espera (stop & wait)

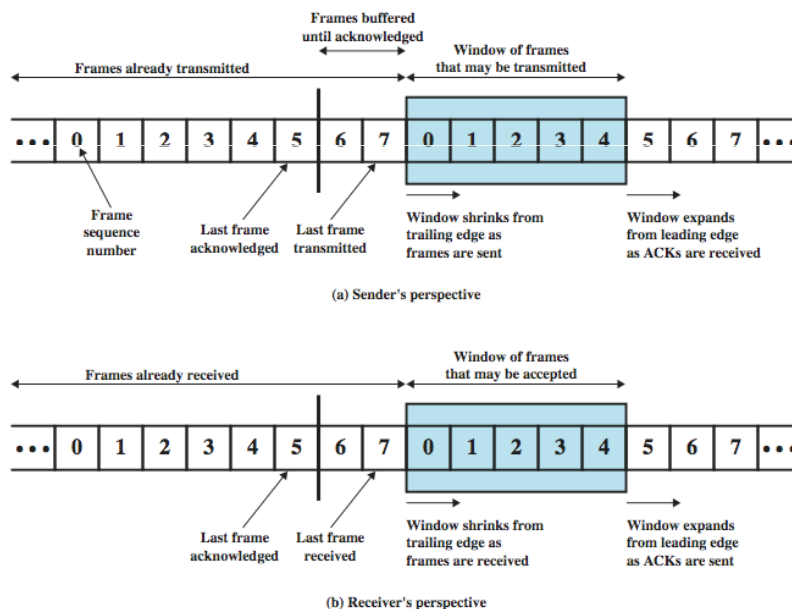


# Control del enlace de datos



## La capa de enlace de datos

Control de flujo con ventana deslizante

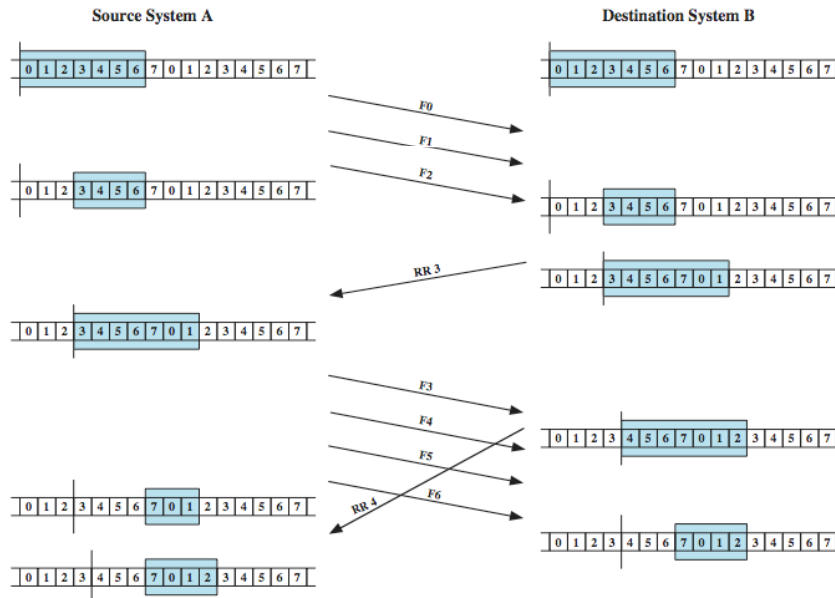


# Control del enlace de datos



## La capa de enlace de datos

### Control de flujo con ventana deslizante



# Control del enlace de datos



## La capa de enlace de datos

### Control de errores

#### ARQ

[Automatic Repeat Request]

Transmisión correcta:

- Confirmación positiva (ACK)

Detección de errores:

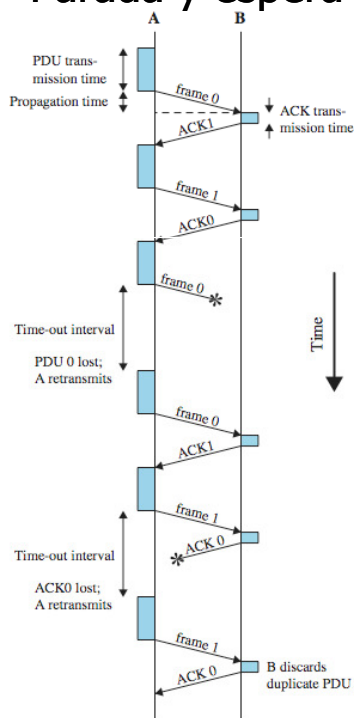
- Retransmisión tras timeout
- Confirmación negativa (NAK) → Retransmisión



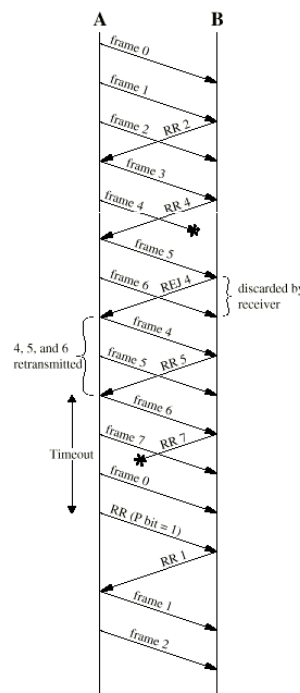
# Control del enlace de datos



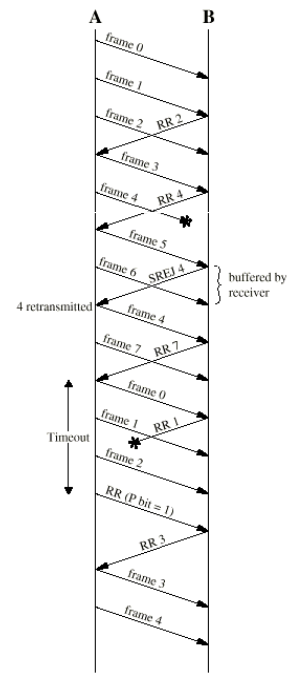
## Parada y espera



## Go back N



## Rechazo selectivo



# Control del enlace de datos



## La capa de enlace de datos

### Protocolos estándar

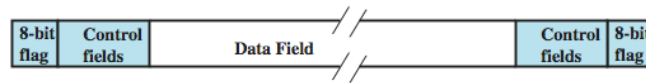
HDLC	[High-level Data Link Control]	ISO
SDLC	[Synchronous Data Link Control]	IBM SNA
LAPB	[Link Access Procedure – Balanced]	X.25
LAPD	[Link Access Procedure – D-channel]	RDSI
LAPF	[Link Access Procedure for Frame-mode bearer Services]	Frame Relay
LLC	[Logical Link Control]	IEEE 802
SLIP	[Serial Line Internet Protocol]	
PPP	[Point-to-Point Protocol]	
ATM	[Asynchronous Transfer Mode]	



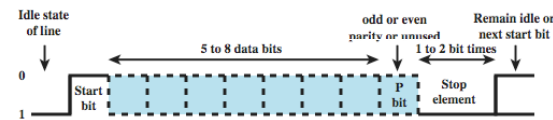
# Apéndice: Interfaces



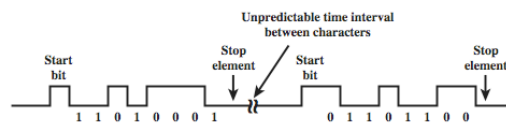
## Transmisión síncrona



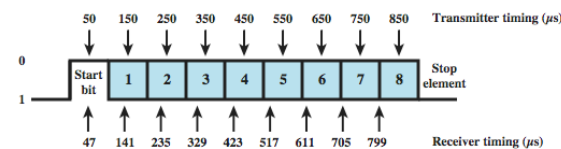
## Transmisión asíncrona



(a) Character format



(b) 8-bit asynchronous character stream



(c) Effect of timing error

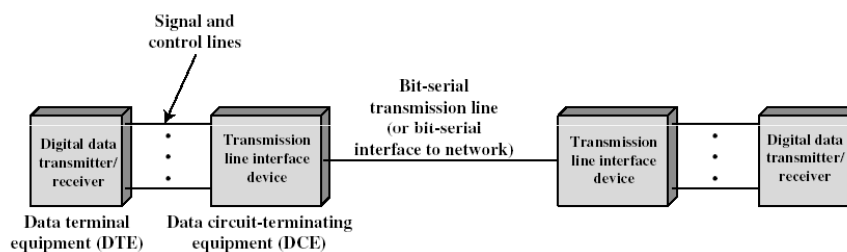


# Apéndice: Interfaces



## DTE (Data Terminal Equipment)

**DCE (Data Circuit terminating Equipment)** vg: modem, NIC...



(a) Generic interface to transmission medium



(b) Typical configuration



# Apéndice: Interfaces



## Conexión DTE-DCE

### Especificaciones

- Mecánicas: conectores, cables...
- Eléctricas: voltaje, temporización, codificación...
- Funcionales: secuencias de eventos

Ejemplo:  
**V.24 (ITU-T)**  
**EIA-232-F (RS-232)**

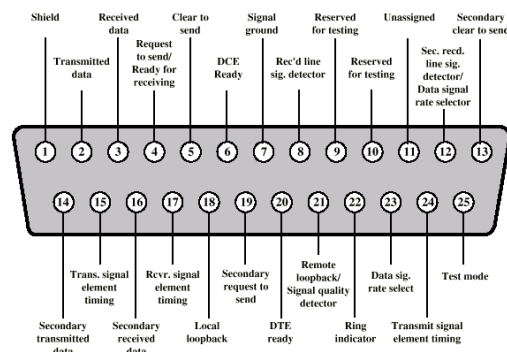
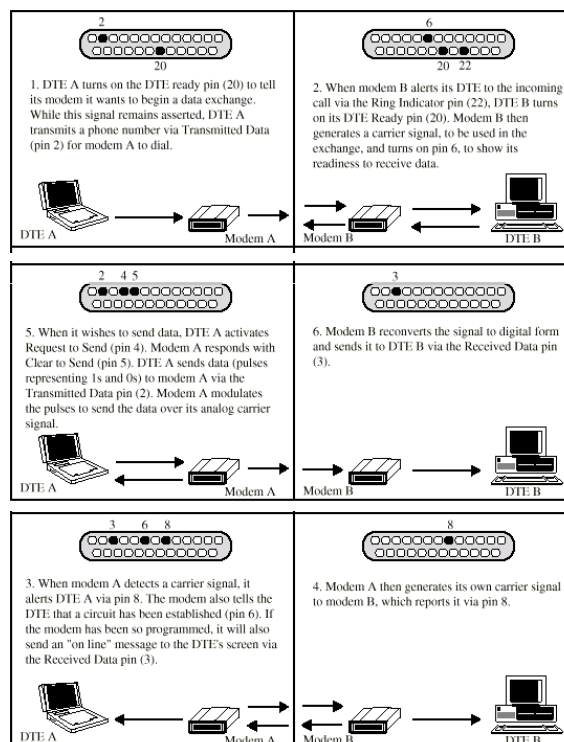


Figure 6.5 Pin Assignments for V.24/EIA-232 (DTE Connector Face)



# Apéndice: Interfaces



# Bibliografía



- Jesús E. Díaz Verdejo; Juan Manuel López Soler & Pedro García Teodoro: **Transmisión de datos y redes de computadores.**  
Prentice-Hall, 2003. ISBN 84-205-3919-8.
- William Stallings:  
**Comunicaciones y redes de computadores.**  
Prentice-Hall, 2004 [7ª edición]. ISBN 84-205-4110-9.
- Andrew S. Tanenbaum:  
**Redes de computadoras.**  
Prentice-Hall, 2003 [4ª edición]. ISBN 970-260-162-2.

